



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

NÁVRH TELEFONNÍHO ÚČASTNICKÉHO MODULU

DESIGN OF TELEPHONE SUBSCRIBER MODULE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

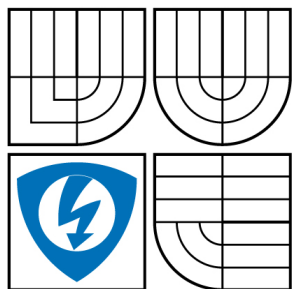
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR MAULE

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. VÍT NOVOTNÝ, Ph.D.

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav telekomunikací

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Teleinformatika

Student: Maule Petr

ID: 78446

Ročník: 3

Akademický rok: 2007/2008

NÁZEV TÉMATU:

Návrh telefonního účastnického modulu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s problematikou realizace analogových účastnických telefonních rozhraní v moderních telefonních ústřednách. Prostudujte vlastnosti obvodu Si3220, upravte doporučené zapojení dle podmínek pro rozhraní v ČR. Navrhněte a zrealizujte desku plošných spojů pro SMD montáž obsahující IO Si3220 pro dvojici analogových účastnických telefonních přípojek.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] Bazala, D. Telekomunikace a VOIP telefonie. BEN-technická literatura, ISBN 80-7300-201-9, ČR, 2006

[2] Silicon Laboratories: Si3220 - Dual ProSLIC Programmable CMOS SLIC/Codec. Silicon Laboratories, 2006

Termín zadání: 11.2.2008

Termín odevzdání: 4.6.2008

Vedoucí práce: doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.

předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Petr Maule
Bytem: Osvození 646/30, 68201, Vyškov - Vyškov-Město
Narozen/a (datum a místo): 21.1.1986, Beroun

(dále jen "autor")

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 244/53, 60200 Brno 2
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.

(dále jen "nabyvatel")

Článek 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
- ☐ diplomová práce
- ☒ bakalářská práce

jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Návrh telefonního účastnického modulu

Vedoucí/školicel VŠKP: doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

Ústav: Ústav telekomunikací

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- ☒ tištěné formě - počet exemplářů 1
- ☒ elektronické formě - počet exemplářů 1

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☒ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....

Nabyvatel

.....

Autor

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá problematikou analogových účastnických telefonních rozhraní v moderních telefonních ústřednách a možnostmi jejich využití např. ve VoIP branách. V práci jsou uvedeny elektrické a fyzické parametry analogového účastnického rozhraní. Dále je uveden přehled moderních integrovaných obvodů pro toto rozhraní. Funkčnost obvodů pro účastnická telefonní rozhraní (SLIC) je vysvětlena na starších integrovaných obvodech.

Hlavní část práce je zaměřena na vlastnosti obvodu Si3220. Tento obvod je použit při konstrukci zásuvné desky pro dvě účastnická rozhraní, která bude součástí modulárního účastnického modulu s počty telefonních přípojek až do 30. V práci je uvedeno schéma této zásuvné desky a technologické podklady pro výrobu desky plošných spojů pro technologii montáže SMD.

ABSTRACT

Bachelor's thesis deals with analog subscriber telephone interface in modern telephone exchange and their possibilities of using for example in VoIP gateways. There are introduced electrical and physical parameters of analog subscriber interface in the thesis. Next part of the thesis contains a survey of modern integrate circuits for this interface. The older microelectronic circuits for an explanation functioning of integrate circuit for subscriber interface (SLIC).

The main part of the thesis is focused on characteristics of circuit Si3220. This circuit is utilized for plug-in submodule design with two subscriber interfaces, what will be a part of modular multi-line subscriber module. This subscriber module will have up to thirty subscriber lines. The thesis includes the scheme of plug-in submodule and technological data for printed circuit board of technology SMD mounting.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Návrh telefonního účastnického modulu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení §152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne.....

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Vítu Novotnému, Ph.D. za velmi užitečnou metodickou pomoc a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

V Brně dne.....

.....
podpis autora

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM TABULEK.....	8
SEZNAM ZKRATEK	9
ÚVOD.....	10
1 ÚČASTNICKÉ TELEFONNÍ ROZHRANÍ.....	11
1.1 OBECNÝ POPIS	11
1.2 ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI.....	12
1.3 OBECNÉ SCHÉMA	13
2 MIKROELEKTRONICKÉ OBVODY PRO ÚČASTNICKÉ ROZHRANÍ.....	14
2.1 SAMOSTATNÉ OBVODY SLIC.....	14
2.2 KODEKY A FILTRY	17
2.2.1 Oddělený filtr a kodek	18
2.2.2 Filtr a kodek integrován v jednom obvodu.....	19
2.3 APLIKACE OBVODŮ PRO ÚČASTNICKÉ SADY	20
3 INTEGROVANÉ ŘEŠENÍ ÚČASTNICKÉHO ROZHRANÍ POMOCÍ OBVODŮ SILICON LABORATORIES SI 3220 A SI 3200.....	22
3.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBVODU DUAL ProSLIC Si 3220	22
3.2 ROZHRANÍ OBVODU Si3220.....	23
3.2.1 Sériové rozhraní.....	23
3.2.2 PCM rozhraní	24
3.2.3 Společné rozhraní (GCI-General Circuit Interface)	25
3.3 AUTOMATICKÉ PŘEPÍNÁNÍ NAPĚTÍ ÚČASTNICKÉ LINKY	25
4 NÁVRH ÚČASTNICKÉHO MODULU	28
4.1 ÚČASTNICKÝ MODUL.....	28
4.2 ZÁSUVNÁ KARTA S ÚČASTNICKÝM ROZHRANÍM	29
4.2.1 Obvod přepětové ochrany TISP61089.....	32
4.3 MECHANICKÁ KONSTRUKCE KARTY S ÚČASTNICKÝM ROZHRANÍM	33
ZÁVĚR	35
POUŽITÁ LITERATURA.....	36
SEZNAM PŘÍLOH.....	36
PŘÍLOHA.....	37

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1: Blokové schéma ústředny s číslicovým spojováním	11
Obr. 1.2: Telefonní zásuvka starší provedení Tesla a novější RJ-11	12
Obr. 1.3: Blokové schéma účastnického rozhraní	13
Obr. 2.1: Blokové schéma obvodu SLIC MC 3419 firmy Motorola	14
Obr. 2.2: Vnitřní uspořádání obvodu SLIC PEB 4265 firmy Infineon.....	15
Obr. 2.3: Základní princip účastnické sady pro číslicové spojování	17
Obr. 2.4: Zapojení účastnické sady s použitím obvodů firmy Motorola	18
Obr. 2.5: Blokové schéma obvodu infenion PEB 2466 SICOFI (Signal Processor Codec Filtr)	19
Obr. 2.6: Blokové schéma domácí VoIP brány	20
Obr. 3.1: Blokové schéma účastnického rozhraní s obvody Si 3220 a Si3200	23
Obr. 3.2: Řetězové spojení obvodů Dual ProSLIC.....	24
Obr. 3.3: Ukázka signálů na rozhraní PCM s krátkými synchronizačními impulsy na vstupu FSYNC	25
Obr. 3.4: Propojení obvodů Si3220 a Si3200 pro přepínání dvou napětí linky.....	26
Obr. 3.5: Propojení obvodů Si3220 a Si3200 pro přepínání tří napětí účastnického vedení	27
Obr. 4.1: Blokové schéma účastnického modulu.....	28
Obr. 4.2: Schéma zapojení zásuvné desky pro dvě účastnická vedení	31
Obr. 4.3: Vnitřní struktura obvodu TISP61089	32

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Součástky pro přepínání tří napětí účastnické linky	27
Tab. 2: Hodnoty součástek pro variantu se dvěma napájecími napětími účastnického vedení	29
Tab. 3: Hodnoty součástek pro variantu s přepínáním tří napětí účastnické linky	30

SEZNAM ZKRATEK

ACTH	Active High
ACTH-R	Active High Resistive
ACTL	Active Low
ACTR	Active Ring
DSL	Digital subscriber line
ESOIC	Thermal Enhanced Small Outline Integrated Circuit
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
GCI	General Circuit Interface
HIR	High Impedance on RING
HIRT	High Impedance on RING and TIP
HIT	High Impedance on TIP
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
MELF	Metal Electrode Leadless Face
OHT	On-hook
PAM	Pulse-amplitude modulation
PBX	Private Branch Exchange
PCM	Pulse-code modulation
PDH	Power Down High Impedance
PDRH	Power Down Resistive High
PDRHL	Power Down Resistive High Load
QoS	Quality of Service
RTP	Real-time Transport Protocol
SLAC	Subscriber Line Audio Processing Circuit
SLIC	Subscriber Line Interface Circuit
SMD	Surface Mounted Device
SO	Small Outline
SPI	Serial Peripheral Interface
TQFP	Thin Quad Flat Pack
TSAC	Time Slot Aligner Circuit
VINETIC	Voice and Internet Enhanced Telephony Interface Concept
VoIP	Voice over Internet Protocol

ÚVOD

V současnosti v době mohutného rozvoje Internetu jsme svědky přechodu realizace hovorové služby z klasických sítí do sítí IP (Internet Protocol). Dnes tedy vedle sebe existují dvě architektury pro realizaci této služby, standardní telefonní síť na jedné straně a architektura VoIP (Voice over IP) na straně druhé. Přičemž je nutné zajistit vzájemné propojení těchto architektur.

Práce si klade za cíl provést návrh a realizaci zásuvné desky s analogovým účastnickým rozhraním, která bude součástí účastnického modulu pro několik desítek účastnických přípojek.

Účastnické rozhraní představuje jednoduché řešení připojení analogového telefonního přístroje k ústředně nebo VoIP adaptéru či konvertoru.

Díky rozdílným potřebám pro přenos dat a hovoru byly v minulosti počítačové a telefonní sítě oddělené. V dnešní době integrace telekomunikačních služeb do prostředí počítačových či obecně datových sítí stále častěji vyvstává potřeba jejich vzájemného propojení, při čemž dochází k jejich konvergenci do jedné telekomunikační sítě.

Sítě s přepojováním datových jednotek (paketů) v minulosti nebyly přizpůsobeny pro přenos hovoru, byly zde problémy s velkým či nerovnoměrným zpožděním nebo se ztrátou datových jednotek. Teprve podpora těchto služeb (QoS – Quality of Service) umožnila přenos hovoru přes datové sítě, například počítačové sítě založené na TCP/IP. Klasický analogový telefonní přístroj je do této sítě připojen přes VoIP bránu či VoIP adaptér, nebo přes počítač s vhodným softwarovým vybavením.

Práce je koncipována tak, aby splnila zadání bakalářské práce především praktickou realizací zásuvné karty s účastnickým rozhraním pro dvojici analogových telefonních přípojek.

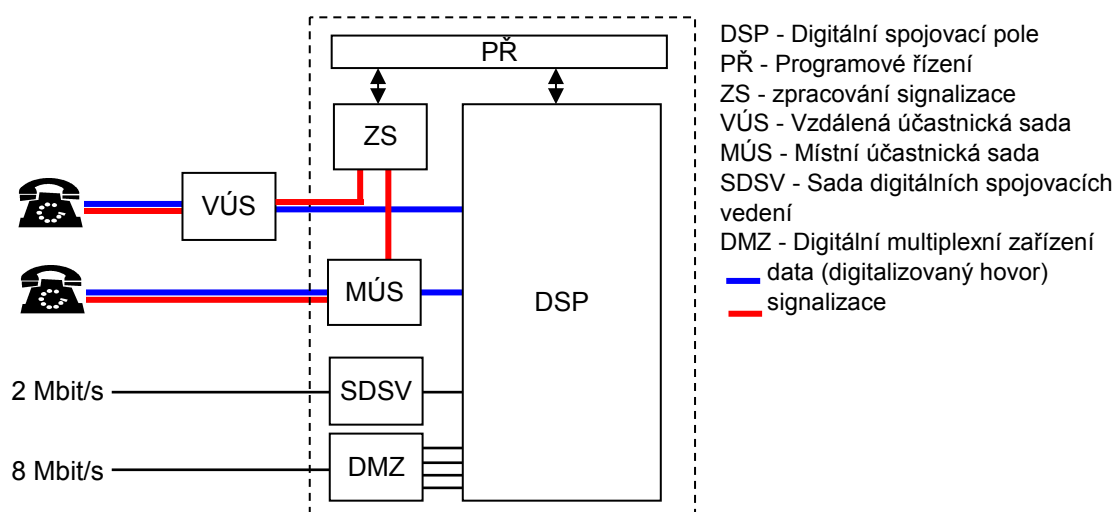
Práce je rozdělena do čtyř kapitol. První kapitola popisuje charakteristické vlastnosti účastnických telefonních rozhraní a obvodů, které se používají pro jejich realizaci. Principy moderního účastnického rozhraní jsou objasněny ve druhé kapitole na jednoduchých blokových schématech spolu s ukázkami moderních integrovaných řešení pro tato rozhraní.

Třetí kapitola provádí analýzu varianty použití integrovaného obvodu Si3220 v účastnickém modulu a čtvrtá kapitola je pak zaměřena na návrh zapojení zásuvné desky pro dvě účastnická vedení tohoto účastnického modulu s využitím obvodu Si3220.

1 ÚČASTNICKÉ TELEFONNÍ ROZHRAŇÍ

1.1 OBECNÝ POPIS

Telefonní přístroj je k ústředně připojen přes takzvané účastnické rozhraní někdy nazývané účastnickou sadou, což zobrazuje Obr. 1.1. Základní schéma současného analogového rozhraní se příliš nezměnilo od dob ústředěn první generace, změnilo se pouze jeho hardwarové řešení. Předpokládá se, že ani do budoucna se toto rozhraní příliš nezmění. Postupným vývojem vznikla řada doplňků a služeb, které lze na tomto jednoduchém rozhraní provozovat. U starších systémů bylo toto rozhraní vyráběno jako speciální desky s integrovanými obvody vyvinutými pro telekomunikace. Počet účastníků se pohyboval mezi 8 nebo 16. V dnešní době stále větší integrace zastává funkci účastnického rozhraní třeba jen jeden speciální integrovaný obvod s několika externími součástkami. S příchodem VoIP telefonie, také už toto rozhraní nemusí být umístěno pouze v telefonních ústřednách, ale v podobě třeba VoIP bran, VoIP adaptérů či konvertorů nebo různých ISDN terminálů může být třeba u nás doma na stole.



Obr. 1.1: Blokové schéma ústředny s číslicovým spojováním

Koncept účastnického rozhraní se označuje zkratkou BORSHT pro analogově pracující ústředny a BORSCHT pro číslicové spojování. Tyto zkratky jsou odvozeny z anglického názvu hlavních funkcí účastnické sady:

B – stejnosměrné napájení (battery).

O – ochrana proti přepětí na vedení (overvoltage protection).

R – vyzvánění (ringing).

S – dohled (supervision).

C – kódování (coding).

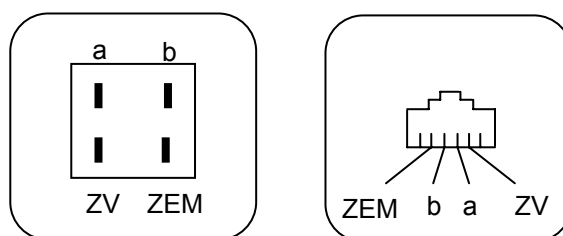
H – vidlicové zapojení pro oddělení směrů (hybrid).

T – testování (test).

Častěji než označení BORSHT nebo BORSCHT se pro účastnickou sadu používá název SLIC (Subscriber Line Interface Card).

1.2 ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI

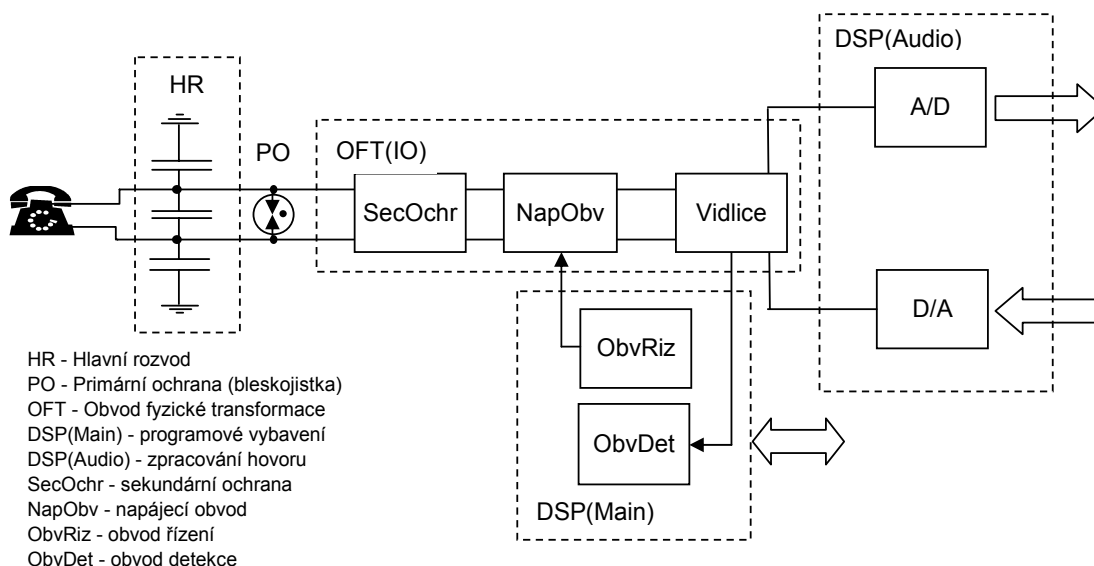
Účastnické rozhraní je jednoduchý elektrický obvod. Když hovoříme, je na procházející stejnosměrný proud modulován analogový signál. Telefonní přístroj je připojen k ústředně pomocí dvou vodičů označovaných jako „a“ a „b“; tyto vodiče jsou součástí plovoucího obvodu a musí být izolovány od společného bodu hodnotou impedance nejméně 100 k Ω . Při zavěšeném telefonu je napětí v obvodu pro veřejné ústředny 60 V a pro pobočkové ústředny 48 V. Při uzavření smyčky napětí klesá a je přibližně v intervalu 6 – 19 V a proud je v rozmezí 15 - 65 mA. Optimální proud uzavřené smyčky je 20 – 25 mA. V rozpojené smyčce se může v obvodu objevit střídavé vyzváněcí napětí s amplitudou až 75 V představující vyzváněcí signál. U pobočkové ústředny je menší napětí z důvodu, že se nepředpokládá větší délka vedení než 300 m, zatímco ve veřejné síti se používá vyšší napětí, protože délka vedení může dosahovat až 7 km. Účastnické rozhraní je na straně účastníka reprezentováno telefonní zásuvkou Obr. 1.2 ukazuje používané typy telefonních zásuvek. V dnešní době se už v drtivé většině používá konektorů RJ-11, pouze ve starších zástavbách nalezneme zásuvky s konektory Tesla.



Obr. 1.2: Telefonní zásuvka starší provedení Tesla a novější RJ-11

1.3 OBECNÉ SCHÉMA

Každé účastnické vedení je připojeno do desek s účastnickými sadami přes bleskojistku, která je povinná u všech účastnických vstupů do ústředny. Poté je signál veden do obvodu fyzické transformace, který realizuje převod vedení na vnitřní systém ústředny. Což můžeme vidět na Obr. 1.3, který ukazuje blokové schéma účastnického rozhraní.



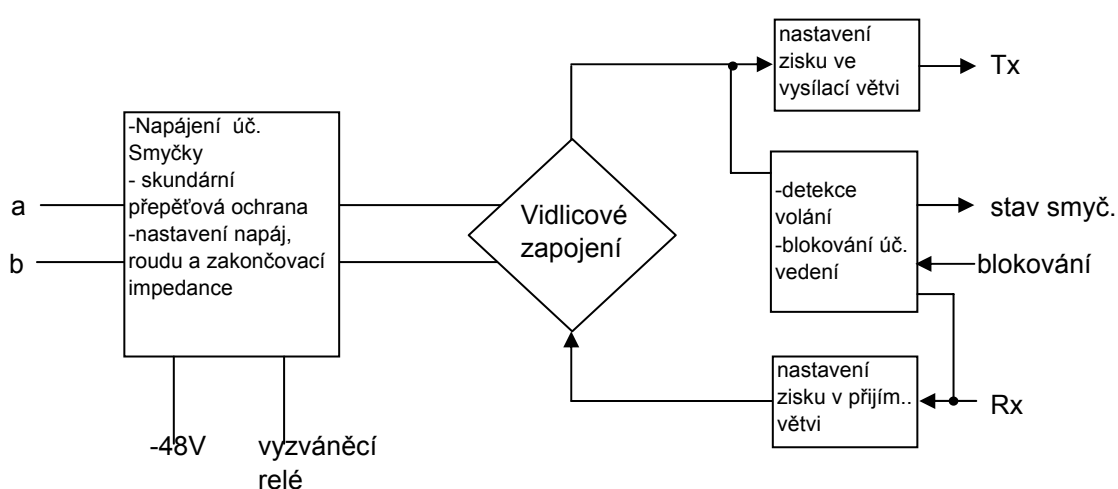
Obr. 1.3: Blokové schéma účastnického rozhraní

Sekundární ochranné obvody jsou tvořeny varistory, transily nebo speciálními ochrannými integrovanými obvody a chrání vnitřní obvody ústředny před vnikem nežádoucích průběhů napětí, které se mohou objevit na účastnickém vedení například vlivem výboje blesku. Napájecí obvod se stará o napájení účastnického vedení, potažmo připojeného telefonního přístroje, připojování vyzváněcího napětí a o detekci vyvěšení sluchátka telefonu. Vidlice převádí dvoudrátovou účastnickou linku na čtyřdrát, který odděluje příchozí a odchozí směry, což je důležité z hlediska dalšího zpracování signálů. O převod signálu z analogové do digitální podoby se v odchozím směru stará A/D převodník a opačný převod v druhém směru realizuje D/A převodník. Obvod řízení a obvod detekce se starají o vyhodnocování signalizace a řídicích značek, čímž je například detekce tónové či v minulosti pulzní volby. Všechny tyto bloky mohou být umístěny v jednom speciálním integrovaném obvodu označovaném jako SLIC, mimo obvod budou pouze výkonové součástky pro napájení účastnické linky a ochranné obvody [1]

2 MIKROELEKTRONICKÉ OBVODY PRO ÚČASTNICKÉ ROZHRAŇÍ

2.1 SAMOSTATNÉ OBVODY SLIC

V analogové ústředně je obvod SLIC v podstatě jediným rozhraním mezi účastnickým vedením a vstupem signálu do elektronického spojovacího pole. Obvod SLIC může být jako samostatný integrovaný obvod nebo může být jako součást jednočipového řešení účastnické sady, čehož se v dnešní době využívá stále častěji.

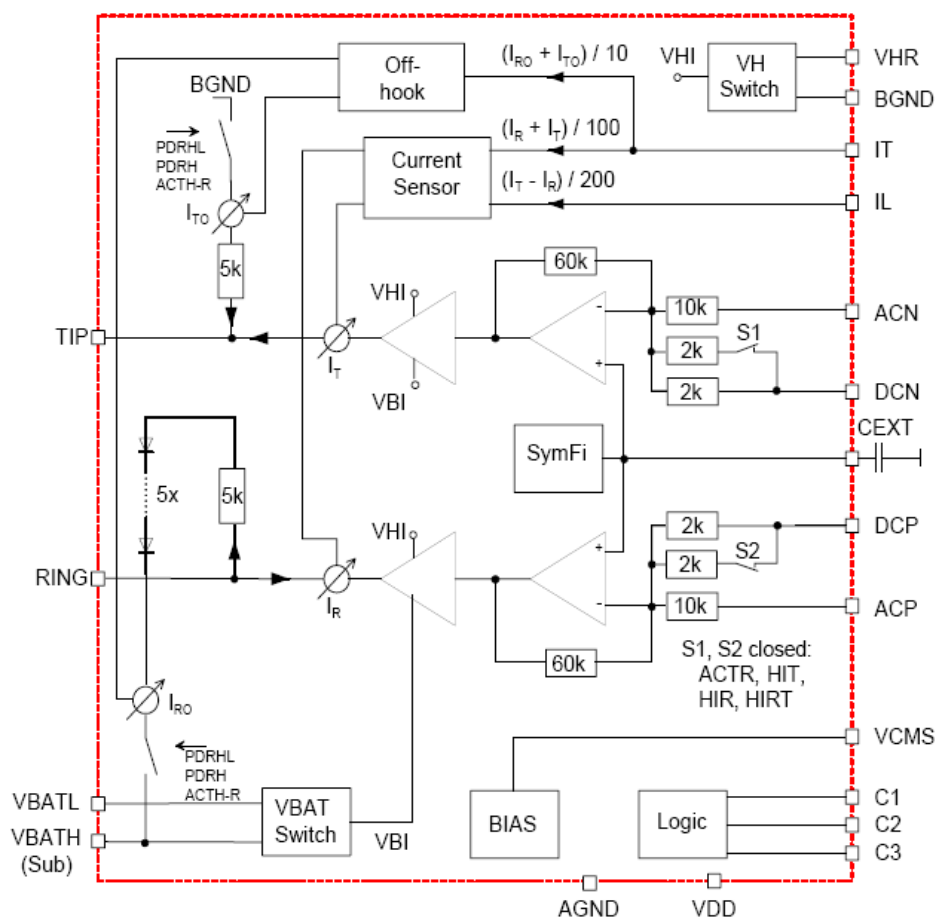


Obr. 2.1: Blokové schéma obvodu SLIC MC 3419 firmy Motorola

Na Obr. 2.1 je jedno ze starších řešení obvodu SLIC pro účastnické sady od firmy Motorola označované MC 3419. Vstupní obvod tohoto integrovaného obvodu zajišťuje sekundární ochranu proti přepětí, napájení účastnické smyčky pomocí vnějších obvodů a přizpůsobovací impedance. Za vstupním obvodem následuje vidlicové zapojení, které převádí dvoudrátové účastnické vedení na čtyřdrátové nesymetrické vedení, dochází tedy k rozdělení obou směrů přenosu hovorového signálu. Ve vysílací i přijímací sekci je zesilovač s nastavitelným ziskem. Mezi oběma sekcemi je zapojen obvod, který slouží k vyvážení vidlice. V něm se také zjišťuje změna napětí v účastnické smyčce pro zjištění stavu vyvážení, volby a jiných stavů. Více o tomto obvodu viz. [3].

Na Obr. 2.2 je zobrazena vnitřní struktura moderního mikroelektronického řešení účastnické sady. Tento obvod v sobě obsahuje přepínač z napětí -15 V na -85 V, tato napětí automaticky přepíná ve stavech vyvážení a zavážení a také pro snížení ztrát, jestliže se jedná o krátkou smyčku. Pro snížení ztrát ve stavu zavážení dochází k vypnutí

obvodu a nastavení linky do stavu vysoké impedance, dostupný je pouze jednoduchý senzor stavu vyvážení. Podrobnosti viz. [4].



Obr. 2.2: Vnitřní uspořádání obvodu SLIC PEB 4265 firmy Infineon [4]

Obvod může pracovat v několika režimech:

- PDH (Power Down High Impedance) - na účastnické vedení (TIP a RING) je připojena vysoká impedance. Všechny funkce jsou vypnuty včetně detekce vyvážení. Tento režim se používá při chybě nebo při testování.
- PDRH (Power Down Resistive High) - při tomto režimu jsou ztráty redukovány na minimum. Detekce stavu vyvážení je prováděna pomocí 5 kΩ odporů připojených mezi TIP - BGND a RING – VBATH. Proud, který těmito rezistory protéká, je přiváděn do bloku detekce vyvážení a na pin IT.
- PDRHL (Power Down Resistive High Load) - tento stav se používá pro přechod ze stavu PDRH nebo PDH do aktivního stavu (ACTH). Kondenzátor Cext pomáhá potlačit přechodný jev, který při přechodech těchto stavů vzniká.

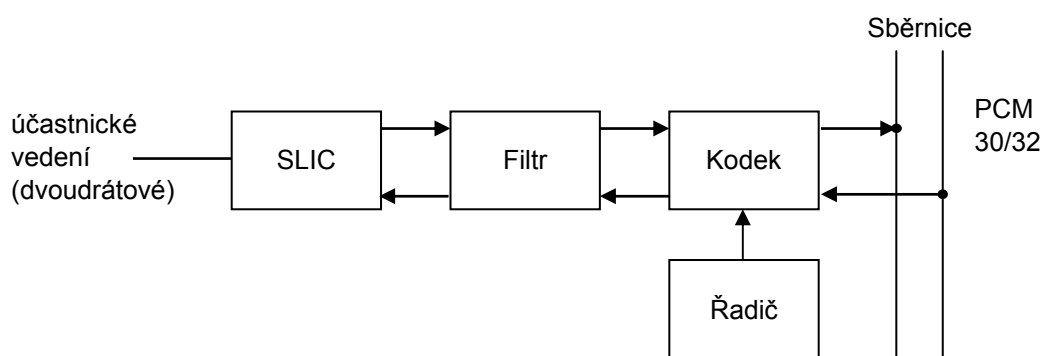
- ACTL (Active Low), ACTH (Active High) - tyto stavy nastávají při normálním hovorovém provozu. Vnitřní logika podle potřeby přepíná mezi VBATL a VBATH.
- ACTH-R (Active High Resistive) - stav používaný k testování linky, ale tentokrát v hovorovém stavu, opět jsou připojeny $5k\Omega$ odpory k lince.
- ACTR (Active Ring) - stav vyzvánění dovoluje vyvážené vyzvánění až do napětí 85 Vrms.
- HIT (High Impedance on TIP), HIR (High Impedance on RING), HIRT (High Impedance on RING and TIP) - v těchto stavech vykazuje vedení stav vysoké impedance buď na vodiči TIP, RING nebo na obou. Proud tekoucí aktivními vodiči může být měřen na vývodech IT a IL.

Přehled dalších integrovaných obvodů SLIC

- Infineon PEB 4264 - má stejně jako integrovaný obvod PEB 4265 dvě přepínatelná bateriová napájení linky, ale tentokrát menší -15 a -65 V. Možnost vyváženého vyzvánění až do napětí 45 Vrms. Ve srovnání s obvodem PEB 4265 podporuje místo napájecího napětí 5 V ještě napájecí napětí 3,3 V. [7]
- Infineon PEB 4266 - tento integrovaný obvod má tři přepínatelná napájení účastnické linky od -15 do -150 V, je tedy určen spíše pro delší účastnické smyčky. Obsahuje vyvážené vyzvánění s napětím 85 Vrms a nevyvážené vyzvánění s napětím 50 Vrms. Opět může být napájen širokým rozsahem napájecích napětí od -0,4 do 7 V. [6]
- Zarlink MH 88612B - od ostatních obvodů se liší pouze jedním napájecím napětím linky -48 V. Má konstantní napájecí proud linky, nastavitelný od 18 do 30 mA. [10]
- Infineon PEF 4268 - toto integrované řešení účastnického rozhraní má proti předcházejícím obvodům v sobě obsažený DC/DC měnič. Tento obvod je tedy napájen jen napětím od 9 do 20V a další potřebná napětí pro napájení účastnické linky si obstarává inventující zvyšující měnič. Ten ke své činnosti potřebuje jen několik externích součástek včetně externího spínacího tranzistoru, protože řízení měniče je integrováno přímo do čipu. [8]

2.2 KODEKY A FILTRY

Zatímco u analogových telefonních ústředěn byl obvod SLIC jediným rozhraním mezi účastnickým vedením a spojovacím polem, je v číslicových ústřednách nutné zajistit v účastnické sadě ještě převod analogového signálu na číslicový, který pak vstupuje do digitálního spojovacího pole. Účastnická sada pro číslicové spojování se skládá ze tří základních obvodů: SLIC, filtru a kodeku, jak ukazuje Obr. 2.3. Obvod SLIC rozdělil dvoudrátové účastnické vedení na čtyřdrát s odděleným vysílacím a přijímacím směrem, z toho důvodu musíme mít i dva filtry jak pro vysílací směr, tak pro přijímací. Vedle staršího provedení filtrů PCM a kodeků se pro účastnické sady objevilo i moderní řešení využívající programovatelný digitálních signálových procesorů, které umožnilo univerzálnější řešení skupiny filtr a kodek. Jedním z takových řešení je integrovaný obvod, označovaný SLAC (Subscriber Line Audio Processing Circuit). Tento integrovaný obvod v sobě zahrnuje funkci filtru i kodeku a zajišťuje tak přímou přeměnu analogového signálu na signál PCM a obráceně.



Obr. 2.3: Základní princip účastnické sady pro číslicové spojování

Vysílací filtr

Hlavním úkolem vysílacího filtru je omezit vstupní signál pro kodek na pásmo 4 kHz, které může být v kodeku vzorkováno frekvencí 8 kHz. To je nutné z hlediska dodržení Shannon-Kotělnikova vzorkovacího teorému, jinak by mohlo dojít ke vzniku aliasingu, proto je tento filtr někdy označován jako antialiasingový filtr. Rovněž je nutné potlačit frekvence pod 300 Hz, aby nedošlo například k rušení ze sítě nebo vyzváněcího signálu.

Přijímací filtr

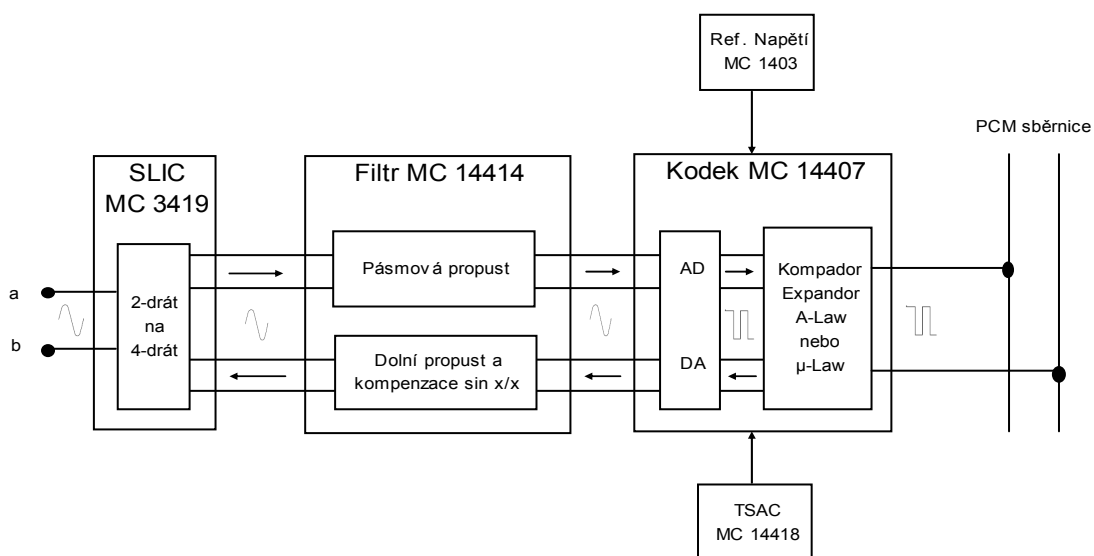
Úkolem přijímacího filtru je získat zpět analogový signál pro telefonní pásmo 300-3400 Hz (vyhladit stupňovitý průběh signálu vznikající po D/A převodu). Z tohoto důvodu je hlavní část přijímacího filtru dolní propust, která je podobná jako u vysílacího filtru. Přijímací filtr dále obsahuje obvod pro kompenzaci zkreslení typu $\sin x/x$, které normálně doprovází modulaci PAM.

Kodek

Integrovaný kodek obsahuje obvody potřebné pro převod analogového signálu na číslicový signál PCM ve vysílacím směru a převod číslicového signálu PCM na analogový v přijímacím směru. Pracuje se vzorkovací frekvencí 8 kHz a s osmibitovým kódováním hovorového signálu. Obvykle v něm bývají zahrnuty oba standardy pro kompresi jak evropský standard A-law a americký standard μ -law.

2.2.1 Oddělený filtr a kodek

Ve starších řešeních účastnické sady byl v jednom integrovaném obvodu vysílací a přijímací filtr a v dalším integrovaném obvodu byl kodek. Takové řešení účastnické sady ukazuje blokové schéma na Obr. 2.4. Toto účastnické rozhraní je složeno z obvodů firmy Motorola.

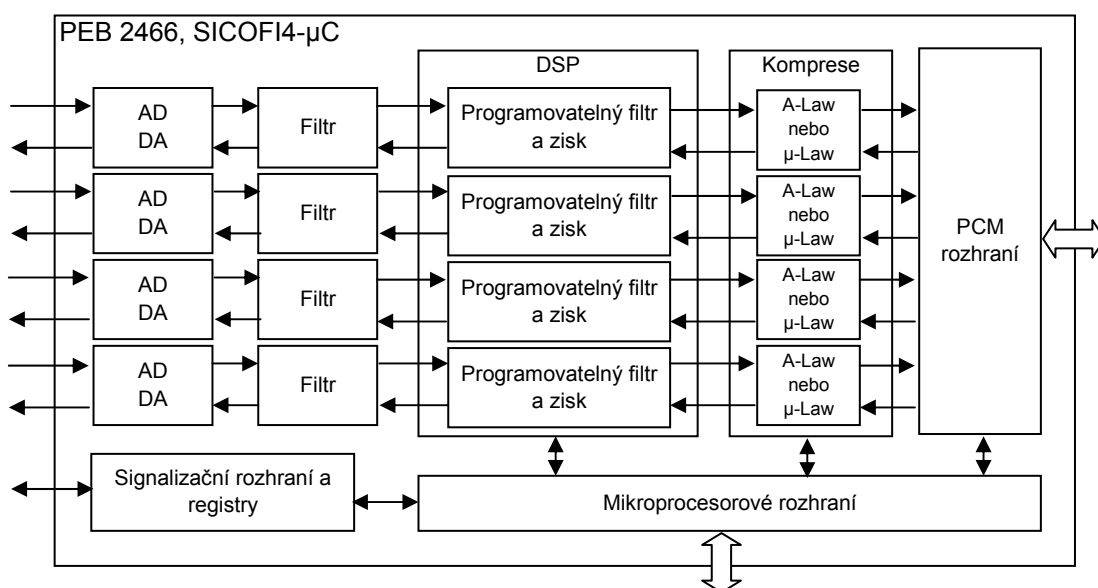


Obr. 2.4: Zapojení účastnické sady s použitím obvodů firmy Motorola

Na vstupu účastnické linky je obvod SLIC MC 3419, popsáný v dřívější kapitole. Na účastnický obvod navazuje obousměrný filtr MC 14414, který je vyroben technologií CMOS na principu spínaných kondenzátorů. Dále pak následuje obvod kodeku MC 14407, který obsahuje AD a DA převodníky a komandor μ -Law nebo A-Law. Pro svoji činnost kodek potřebuje zdroj referenčního napětí MC 1403. Obvod kodeku ještě vyžaduje obvod TSAC (Time Slot Aligner Circuit), který mu trvale přiřazuje kanálové intervaly. Tento obvod obsahuje dvě samostatné části pro vysílací směr a pro přijímací směr, který je v tomto blokovém schématu je realizován obvodem MC14418. Více viz. [3].

2.2.2 Filtr a kodek integrován v jednom obvodu

V moderním pojetí účastnické sady bývá kodek a filtr umístěn v jediném integrovaném obvodu, ještě s řadičem kanálových intervalů. Obr. 2.5 uvádí blokové schéma čtyřkanálového kodeku spolu s filtrem.



Obr. 2.5: Blokové schéma obvodu infenion PEB 2466 SICOFI (Signal Processor Codec Filtr)

Ve srovnání s řešením, kde je filtr mimo integrovaný obvod s kodekem, dochází v této variantě nejprve k digitalizaci signálu přicházejícího z obvodu SLIC. Hlavní část IO je tvořena digitálním signálovým procesorem, ve kterém je realizován digitální programovatelný filtr, který kromě filtrace slouží k nastavení požadované úrovně a impedance v přijímací a vysílací sekci. Ve vidlici v obvodu SLIC se část přijímaného signálu dostává do vysílacího směru. Obvod dokáže pomocí adaptivního filtru

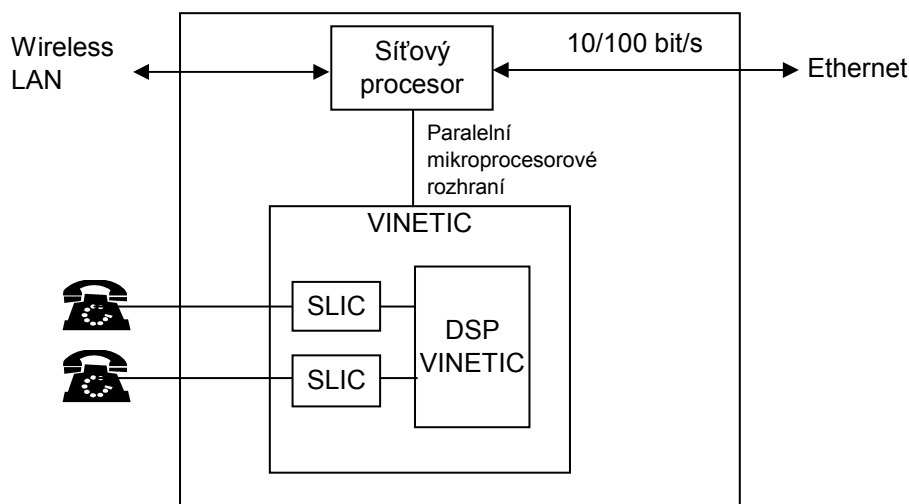
vygenerovat tento odražený signál a po sečtení s vysílacím směrem vliv tohoto odrazu potlačit. Tím se dokáže obvod přizpůsobit různým podmínkám na lince. Za signálovým procesorem následuje kompondor s kompresí μ -Law nebo A-Law a na tento blok navazuje rozhraní PCM. Podrobnosti viz. [5].

2.3 APLIKACE OBVODŮ PRO ÚČASTNICKÉ SADY

Kromě účastnického rozhraní ve veřejné telefonní ústředně se můžeme setkat s nejrůznějšími aplikacemi těchto obvodů, příkladem může být:

- Terminálový adaptér ISDN
- Analogový telefonní adaptér
- VOIP brány/adaptéry/směrovače
- Pobočkové ústředny (PBX)
- Modemy DSL

Zajímavým příkladem je blokové schéma domácí VoIP brány/směrovače, uvedené na Obr. 2.6, které je řešené pomocí obvodu z rodiny obvodů VINETIC (Voice and Internet Enhanced Telephony Interface Concept) firmy Infineon.



Obr. 2.6: Blokové schéma domácí VoIP brány

Rozhraní Ethernetu je přiváděno do síťového procesoru, který v sobě zahrnuje doplňkové funkce jako firewall, směrování a další obslužné programy např. kontrolu volání. Mohou být použity obvody pro dvě nebo čtyři účastnické linky, podle toho který obvod VINETIC zvolíme. Když potřebujeme více účastnických linek, jednoduše přidáme další jednotky VINETIC. Další funkce jako je vyrovnávání časového zpoždění některých

paketů, RTP paketizace, modulaci pro modem nebo snížení odrazů na lince zajišťuje signálový procesor v obvodu VINETIC. Obvod SLIC obstarává vkládání zvonění, napájení, testování linky a dohled.

3 INTEGROVANÉ ŘEŠENÍ ÚČASTNICKÉHO ROZHRAŇÍ POMOCÍ OBVODŮ SILICON LABORATORIES SI 3220 A SI 3200

3.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA OBVODU DUAL PROSLIC SI 3220

Tato řada obvodů má nízké napájecí napětí a je vyrobena CMOS technologií. Zahrnuje v jednom integrovaném obvodu jak funkce účastnické sady tak i kodek. Provádí kompletní funkce dvoukanálového analogového telefonního rozhraní a splňuje doporučení ITU (International Telecommunication Union) a ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

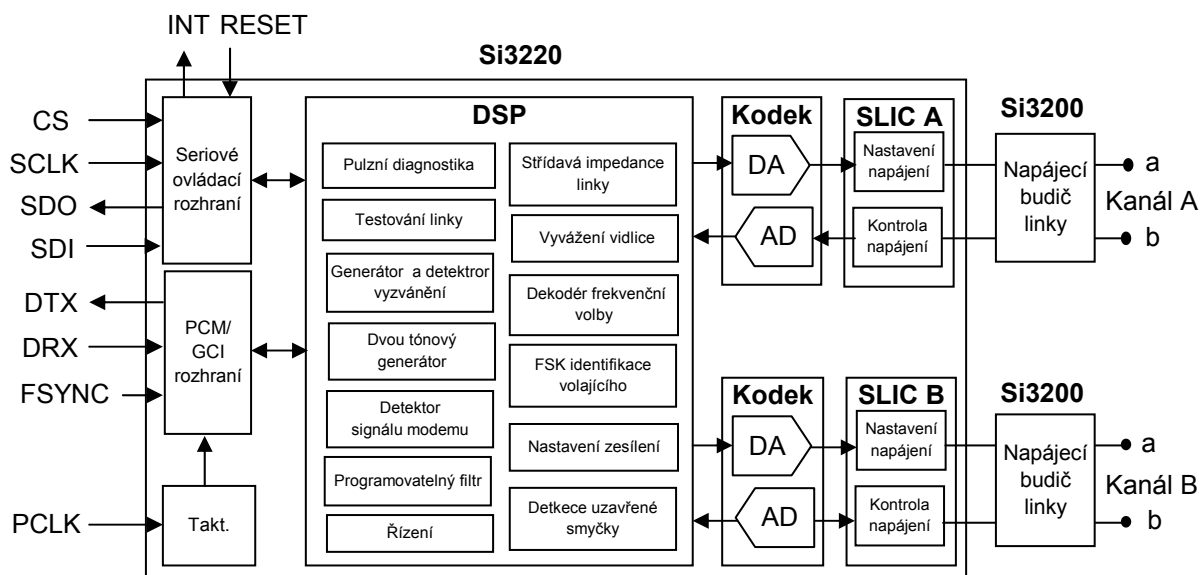
Základní charakteristika obvodu:

- Zahrnuje všechny funkce účastnické sady (BORSCHT)
- Délka smyčky až do 18 kft (5,4 km)
- Obsahuje generátor vyváženého i nevyváženého vyzvánění
- Programovatelné parametry:
 - Vyzváněcí frekvence, amplituda, četnost a tvar vyzváněcího napětí (sinusový, lichoběžníkový)
 - Impedance smyčky
 - Vyvážení vidlice
 - Stejnosměrný napájecí proud smyčky
- Automatické přepínání až tří bateriových napětí linky
- Generátor a dekodér frekvenční volby (DTMF)
- Kompandor A-Law, μ -Law nebo lineární PCM.
- Sériové rozhraní (SPI) a rozhraní PCM
- Napájení buď napětím 3,3 nebo 5 V
- Tónové smyčkové testování

Blokové schéma

Na Obr. 3.1 je zobrazeno řešení účastnického rozhraní pomocí obvodů Si3220 a Si3200. Z blokového schématu vyplývá, že hlavní funkci má na starosti obvod Si3220. Obvod Si3200 slouží pouze jako budič linky, je umístěn zvlášť, protože je potřeba vyzářit

větší množství ztrátového tepla, které vzniká při napájení linky. Také slouží k tomu, aby oddělil obvod Si3220 vyrobený technologií CMOS s nízkým napájecím napětím (jednotky voltů) od linky, která je napájena mnohem vyšším napětím. Obvod Si3200 může být případně vynechán a budič účastnické linky je řešen pouze pomocí diskretních součástek. Hlavní část obvodu Si3220 tvoří digitální signálový procesor, další části obvodu pak je kodek a obvod SLIC pro jednotlivé kanály. O vnější komunikaci se stará sériové rozhraní, přes které se obvod Si3220 programuje a řídí, a rozhraní PCM, přes který prochází digitalizovaný hovor jak v přijímacím, tak ve vysílacím směru. V obvodu je možné programovat mnoho parametrů, jak již parametry vyzváněcího proudu, tak impedanční, proudové a napěťové poměry na lince, tak lze tento obvod přizpůsobit normám používaným v dané zemi, pro kterou je zařízení s tímto obvodem určeno. Více o Si3220 viz. [2].



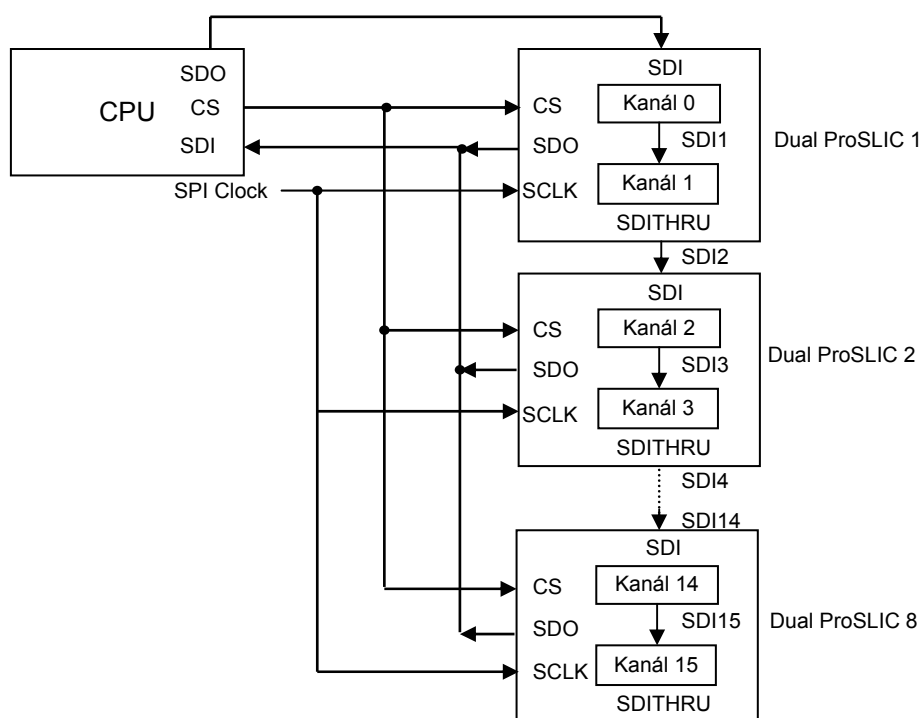
Obr. 3.1: Blokové schéma účastnického rozhraní s obvody Si 3220 a Si3200

3.2 ROZHRANÍ OBVODU SI3220

3.2.1 Sériové rozhraní

Řídicí rozhraní obvodu Si3220 je tvořeno čtyřvodičovou sériovou sběrnici pro mikropočítače a další periferní zařízení. Rozhraní se skládá ze čtyř vstupních či výstupních signálových vývodů (z pohledu obvodu Si3220) označených jako SCLK (časování), CS (výběr komunikujícího zařízení), SDI (vstup dat) a SDO (výstup dat). Rozhraní je schopno pracovat jak v 8 bitovém tak v 16 bitovém režimu. Při použití více

obvodů Dual Pro SLIC jsou obvody zřetězeny jak to ukazuje Obr. 3.2 a data vysílá každý obvod přes výstup SDITHRU. Tento režim podporuje komunikaci až s 8 obvody (16 kanálů). Pin SDITHRU posledního obvodu nesmí být připojen na zem. Každá činnost na sériovém rozhraní se sestává ze dvou částí, a to z kontrolního bajtu a z adresního bajtu. Adresní bajty mohou být i dva, to záleží, zda komunikujeme s 8 bitovým nebo 16 bitovým procesorem.

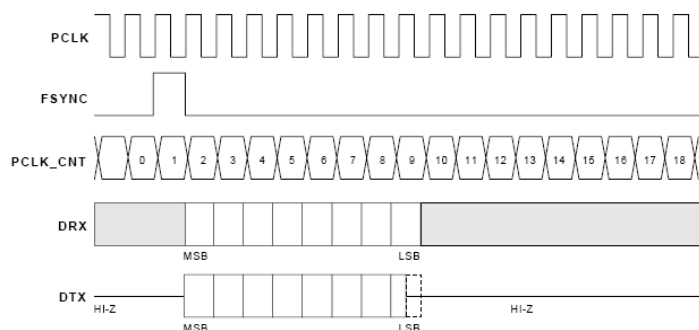


Obr. 3.2: Řetězové spojení obvodů Dual ProSLIC

3.2.2 PCM rozhraní

Dual ProSLIC obvod v sobě zahrnuje flexibilní programovatelné rozhraní pro příjem či vysílání PCM vzorků. Přenos dat po tomto rozhraní je synchronizován pomocí vstupů PCLK a FSYNC. Ke komunikaci na sběrnici dochází přes výstup (TX) a přes vstupní pin (RX). Rozhraní může být nakonfigurováno tak, aby vytvářelo v každém rámci od 4 do 128 8-bitových kanálových intervalů, což odpovídá frekvencím přiváděným na vstup PCLK od 256 kHz do 8,192 MHz. Kanálové intervaly mohou být nezávisle nakonfigurovány v registrech, pro vysílací směr jsou to registry PCMTXHI, PCMTXLO a pro přijímací směr jsou vyhrazeny registry PCMRXHI a PCMRXLO. Aby byl zajištěn řádný chod obvodu mohou být přijímací registry nastaveny během zaváděcí procedury ihned po zapnutí napájení, dříve než je PCM sběrnice uvedena do aktivního stavu. Vysílací registry mohou být nakonfigurovány kdykoliv do doby, než začne být

jejich pomocí vysíláno na PCM sběrnici. Synchronizační impulsy na vstupu FSYNC mohou být buď krátké, jak to ukazuje Obr. 3.3, nebo ve dlouhém formátu. Když nedochází k vysílání, je na výstupu TX stav vysoké impedance.



Obr. 3.3: Ukázka signálů na rozhraní PCM s krátkými synchronizačními impulsy na vstupu FSYNC

3.2.3 Společné rozhraní (GCI-General Circuit Interface)

Obvod Dual ProSLIC má možnost ještě alternativního komunikačního rozhraní. Toto rozhraní je používáno pro příjem i vysílání dat a řídicích informací společnou sběrnici. GCI rozhraní používá stejné vývody jako rozhraní PCM, výběr mezi použitím vývodů pro rozhraní PCM nebo GCI je prováděn pomocí pinu SDITHRU. Sériové ovládací rozhraní není v tomto režimu využíváno. Při tomto režimu rozhraní musí být na vstup PCLK přiveden taktovací signál s frekvencí 2,048 MHz nebo 4,096 MHz a na vstup FSYNC rámcový synchronizační signál s frekvencí 8 kHz. Ke komunikaci na této sběrnici jsou využívány rámce s délkou 125 μ s. Každý vysílaný rámec je synchronizován nástupnou hranou impulsu na synchronizačním vstupu FSYNC. Rámec je složen z osmi pevných kanálových intervalů. Uvnitř kanálového intervalu jsou čtyři kanály, dva kanály pro digitalizovaný hovor (B1, B2), jeden monitorovací kanál M a jeden signalizační a řídicí kanál (SC), používaný pro zasílání příkazů.

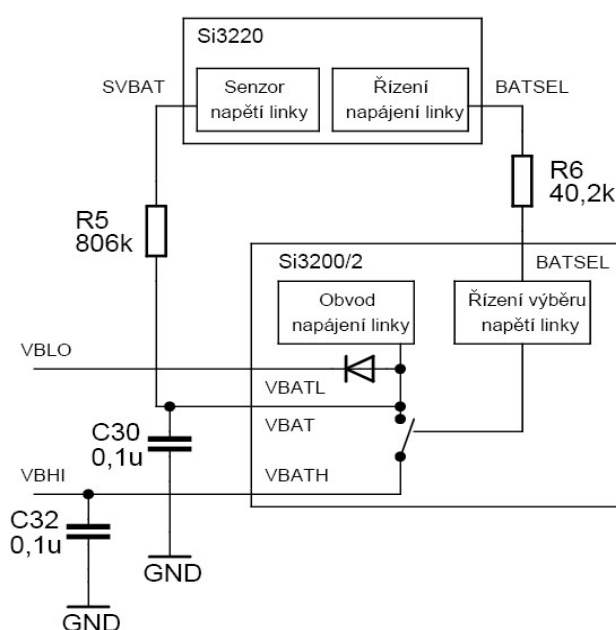
3.3 AUTOMATICKÉ PŘEPÍNÁNÍ NAPĚTÍ ÚČASTNICKÉ LINKY

Obvod Dual ProSLIC má schopnost přepínat mezi několika napájecími napětími účastnického vedení. Přepínání napětí linky je výhodné z důvodu úspory energie a zmenšení ztrátového tepla, které musí vyzářit obvod do okolí v různých pracovních režimech. Obvod má následující dvě schéma pro přepínání napětí účastnické linky:

- Přechod ze stavu vyzvánění do stavu vyvěšení – obvod ProSLIC, je-li to vyžadováno ve stavu zavěšení, generuje vyzváněcí signál. Jednou z funkcí obvodu ve stavu zavěšení je detekovat uzavření účastnické smyčky a automaticky přepnout na nižší napětí účastnické linky (typicky $U_{BLO} = -24\text{ V}$), aby došlo ke zmenšení příkonu ve stavu vyvěšení. Při tomto stavu odebírá obvod jen malé množství energie, zatímco ve stavu vyzvánění, kdy musí generovat vyzváněcí napětí s amplitudou až -100 V , je to mnohem více.
- Přechod ze stavu zavěšení do stavu uzavřené účastnické smyčky a napájení krátké účastnické smyčky – napájí-li obvod dlouhou nebo krátkou účastnickou smyčku, automaticky přepíná z vyššího napětí (typicky $U_{BHI} = -48\text{ V}$) na nižší napájecí napětí účastnické linky (typicky $U_{BLO} = -24\text{ V}$) podle potřeby, aby zmenšil příkon obvodu. Sada obvodů Dual ProSLIC stále monitoruje napětí a proud mezi vodiči „a“ a „b“, pak automaticky vybere nižší napájecí napětí linky, dojde-li ve stavu zavěšení k uzavření účastnické smyčky, opět z důvodu snížení výkonových ztrát.

Dvě napájecí napětí účastnické linky

Vývody BATSEL_a a BATSEL_b obvodu Si3220 přepínají mezi dvěma napětími V_{BLO} a V_{BHI} účastnické linky. Obr. 3.4 ukazuje propojení obvodů Si3220 a Si3200 pro automatické přepínání dvou napětí účastnické linky.

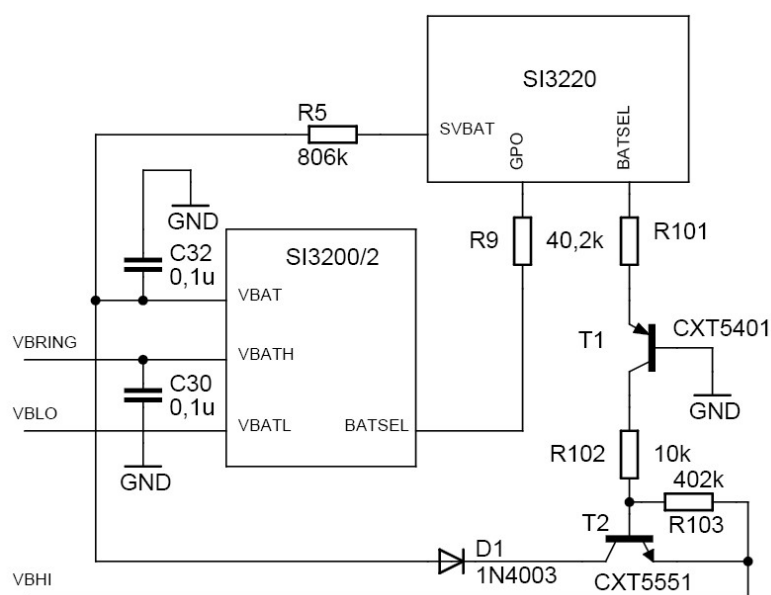


Obr. 3.4: Propojení obvodů Si3220 a Si3200 pro přepínání dvou napětí linky

Jestliže je na vývodu BATSEL nízká úroveň, je na účastnické vedení připojeno na nižší napětí U_{BLO} a naopak, při vysoké úrovni na vývodu BATSEL je účastnické vedení napájeno z vyššího napájecího napětí U_{BHI} .

Tři napájecí napětí linky

Když je obvod Si3220 ve stavu zavěšení a generuje se vyzváněcí signál s velkou amplitudou, tím dochází ke zvýšení výkonových ztrát i tepla, které musí obvod vyzářit do okolí. Pro snížení těchto ztrát nabízí obvod schopnost přepínání až tří napájecích napětí účastnického vedení pomocí několika externích součástek, jak ilustruje Obr. 3.5. Vývod obvodu BATSEL obvodu Si3220 je používán k přepínání mezi napětím V_{BHI} a nižším napětím V_{BLO} . Naopak vývod GPO obvodu Si3220 slouží k připojování vyzváněcího napětí V_{BRING} . Signál na vývodu GPO je řízen automaticky podle vyzváněcí četnosti. Použité externí součástky pro tuto konfiguraci jsou uvedeny v Tab. 1.



Obr. 3.5: Propojení obvodů Si3220 a Si3200 pro přepínání tří napětí účastnického vedení

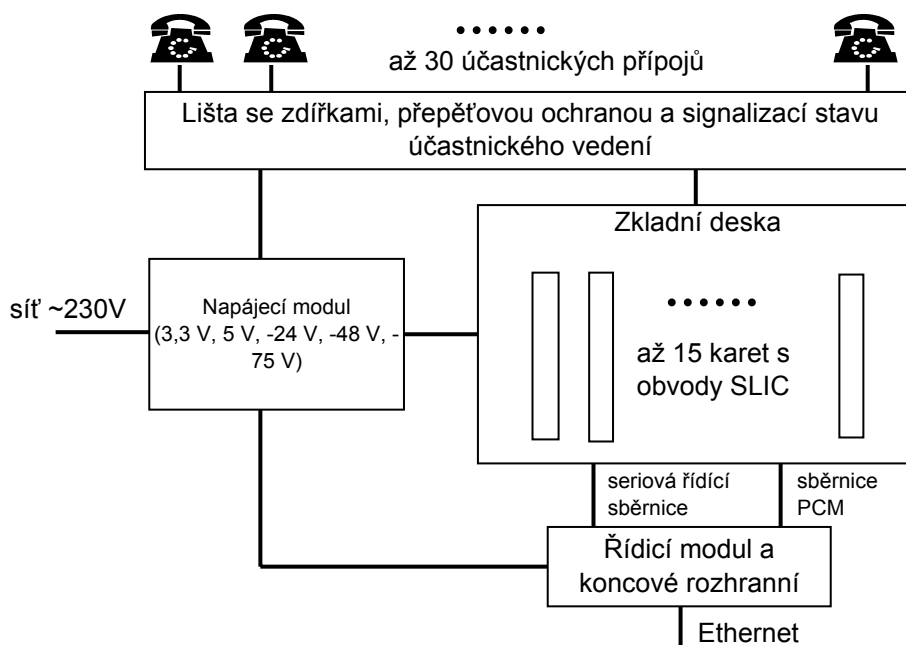
Tab. 1: Součástky pro přepínání tří napětí účastnické linky

Součástka	Hodnota	Typ
D1	200 V, 200 mA	1N4 003 nebo podobný
T1	100 V PNP	CXT5401 nebo podobný
T2	100 V NPN	CXT5551 nebo podobný
R101	2,4 k Ω pro VCC = 3,3 V 3,9 k Ω pro VCC = 5 V	0,1 W, $\pm 5\%$
R102	10 k Ω	0,1 W, $\pm 5\%$
R103	402 k Ω	0,1 W, $\pm 1\%$

4 NÁVRH ÚČASTNICKÉHO MODULU

4.1 ÚČASTNICKÝ MODUL

Účastnický modul je tvořen čtyřmi základními bloky, jak je zobrazeno na Obr. 4.1. První tvoří napájecí blok, ten se stará o napájení celého účastnického modulu. Napájecí blok je připojen do napájecí rozvodné sítě 230 V a vytváří napětí 5 V a 3,3 V pro napájení integrovaných obvodů a napětí -24 V -48 V a -75 V, tato napětí slouží pro napájení účastnických vedení a generování vyzváněcího signálu. Napětí -24 V je pro stav vyvěšení a pro krátkou účastnickou linku a napětí -48 V je pro napájení linky ve stavu zavěšení.



Obr. 4.1: Blokové schéma účastnického modulu

Napájecí modul může případně obsahovat zálohování v podobě baterií. Základní deska může obsahovat až 15 karet. Na každé kartě bude umístěn jeden integrovaný obvod Si3220 a dva integrované obvody Si3200, což znamená, že každá karta bude obstarávat dvě účastnická rozhraní. Na celý účastnický modul lze tedy připojit až 30 analogových telefonních vedení, což je maximální počet hovorových kanálových intervalů v rámci PCM E1. Na základní desku bude připojena lišta se zdířkami pro konektory RJ-11, diodovou signalizací stavu účastnického vedení a sekundárními ochranami účastnické linky. Pomocí sériového řídicího rozhraní a sběrnice PCM bude k základní desce připojen

řídící modul. Ten bude obstarávat řízení a dále bude modul obsahovat integrované obvody pro konverzi komunikace po sběrnici PCM a SPI na rozhraní ethernetu.

4.2 ZÁSUVNÁ KARTA S ÚČASTNICKÝM ROZHRAÍM

Účastnické rozhraní by bylo možno realizovat pomocí mnoha různých integrovaných obvodů. Například pomocí zmiňovaného obvodu PEB 2466 a čtyř obvodů SLIC PEB 4265. Bylo však zvoleno jednočipové řešení účastnického rozhraní, zde opět bylo několik variant, například od firmy Silicon Laboratories integrované řešení s obvodem Si3225 a budiči linky Si3200. Toto řešení však vyžaduje vnější generátor vyzváněcího signálu, proto bylo výhodnější zvolit řešení s integrovaným obvodem Dual ProSLIC Si3220, které má generátor vyzváněcího signálu již integrován přímo na čipu. Výběr obvodu Si3220 také podporuje to, že ve škole je již zakoupený vývojový modul účastnického rozhraní s obvodem.

Tab. 2: Hodnoty součástek pro variantu se dvěma napájecími napětími účastnického vedení

Součástka	Hodnota	Velikost pouzdra
C1, C2, C11, C12, C30, C31, C32, C33, C34, C35	100 nF/100 V	1206
C5, C6, C15, C16	1 μ F/10 V	1206
C3, C4, C13, C14	10 nF/100 V	0805
C20, C21, C22, C23, C24	100 nF/10 V	0805
R1, R2, R11, R12	402 k Ω , 0,1 W	0805
R3, R4, R13, R14	4,7 k Ω , 0,1 W	0805
R5, R15	806 k Ω , 0,1 W	0805
R6, R10, R16	40,2 k Ω , 0,1 W	0805
R7, R8, R17, R18	182 Ω , 0,1 W	0805
R120	0 Ω	0805
D100	DL4003	MELF
IO1	Si3220	TQFP-64
IO2, IO3	Si3200	ESOIC-16
IO4, IO5	TISP61089B	SO-8
SV1	Konektor dvouřadý 20 pinů, R 2,54	S2G40W

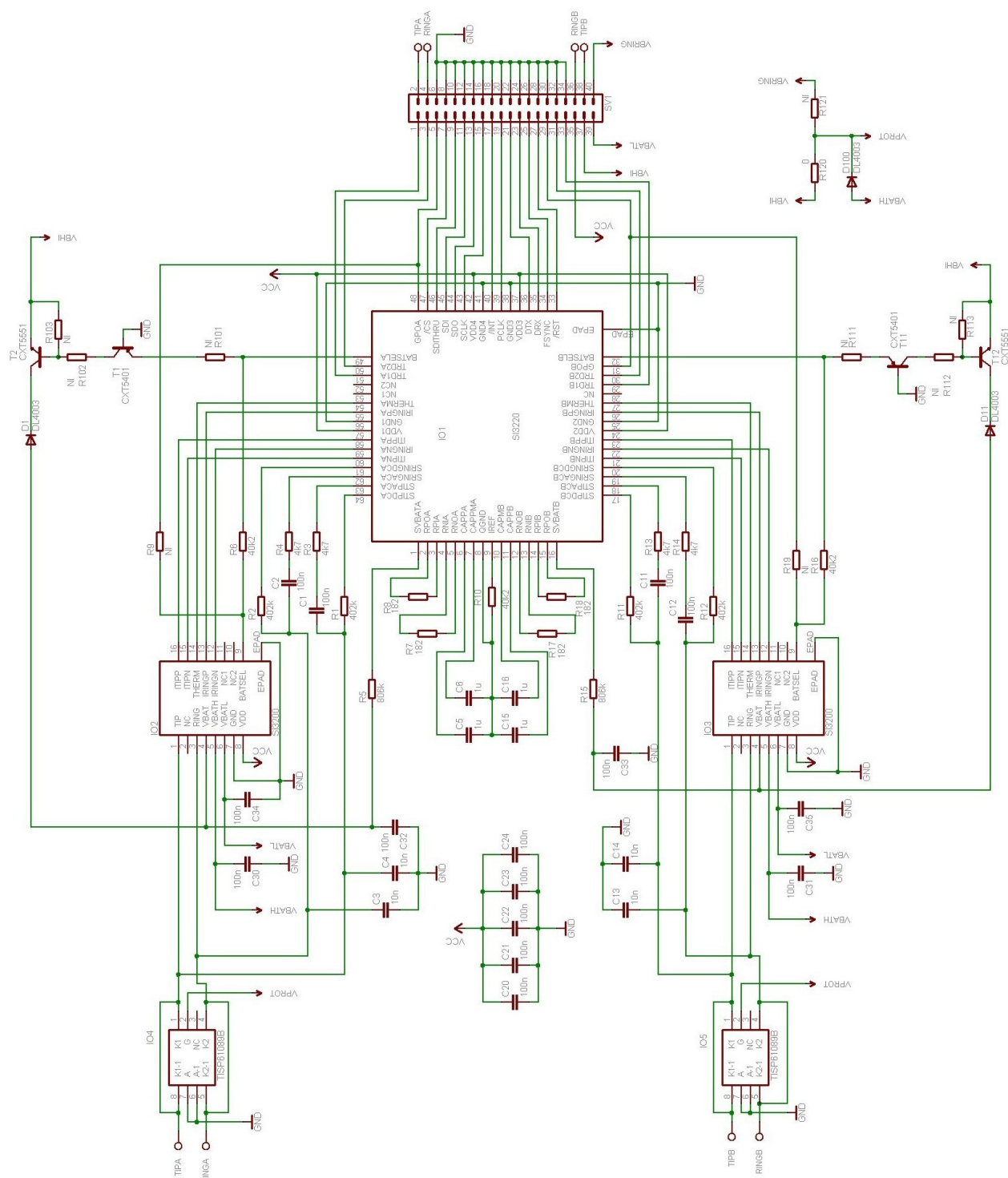
Na kartě bude tedy umístěn integrovaný obvod Si3220 spolu se dvěma integrovanými obvody Si3200-budiči účastnické linky, dále jsou zde umístěny dvě přepěťové ochrany, realizované obvody TISP61089B, pro každou účastnickou linku jedna. Na kartě bude umístěn 40-vývodový dvouřadý konektor, jehož pomocí se celá

karta zasune do základní desky. Na Obr. 4.2 je zobrazeno zapojení této zásuvné karty pro dvě účastnické vedení nakreslené v programu Eagle.

Ve schématu jsou zakresleny obě varianty napájení účastnické linky. První varianta obsahuje přepínání dvou napětí linky, druhá varianta pak tři napájecí napětí účastnické linky. Obě varianty byly podrobně popsány v předchozí kapitole. Mezi těmito variantami se vybírá osazením různých součástek a nulovou propojkou, která se umísťuje na pozici odporu R120 v případě dvou napětí účastnické linky nebo na pozici R121 v případě přepínání tří napětí účastnického vedení. Jednotlivé součástky pro osazení varianty s přepínáním dvou napájecích napětí linky jsou uvedeny v Tab. 2, naopak v Tab. 3 jsou uvedeny součástky pro variantu s přepínáním tří napájecích napětí linky, v tabulkách jsou rovněž uvedena pouzdra součástek, hodnoty byly převzaty z doporučeného zapojení obvodu Si3220, které uvádí výrobce Silicon Laboratories viz. [2].

Tab. 3: Hodnoty součástek pro variantu s přepínáním tří napětí účastnické linky

Součástka	Hodnota	Velikost pouzdra
C1, C2, C11, C12, C30, C31, C32, C33, C34, C35	100 nF/100 V	1206
C5, C6, C15, C16	1 μ F/10 V	1206
C3, C4, C13, C14	10 nF/100 V	0805
C20, C21, C22, C23, C24	100 nF/10 V	0805
R1, R2, R11, R12, R103, R113	402 k Ω , 0,1 W	0805
R3, R4, R13, R14	4,7 k Ω , 0,1 W	0805
R5, R15	806 k Ω , 0,1 W	0805
R9, R10, R19	40,2 k Ω , 0,1 W	0805
R7, R8, R17, R18	182 Ω , 0,1 W	0805
R102, R112	10 k Ω , 0,1 W	0805
R101, R111	2,4 k Ω pro $V_{CC} = 3,3$ V 3,9 k Ω pro $V_{CC} = 5$ V	0805
R121	0 Ω	0805
D1, D11, D100	DL4003	MELF
T1, T11	CXT5401	SOT-89
T2, T12	CXT5551	SOT-89
IO1	Si3220	TQFP-64
IO2, IO3	Si3200	ESQIC-16
IO4, IO5	TISP61089B	SO-8
SV1	Konektor dvouřadý 20 pinů R 2,54	S2G40W



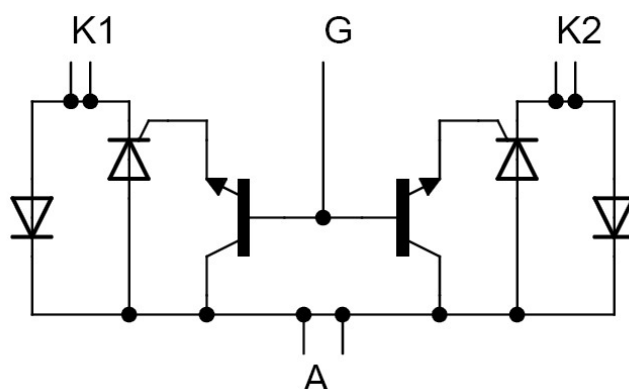
Obr. 4.2: Schéma zapojení zásuvné desky pro dvě účastnická vedení

Kondenzátory C20-C24 slouží k blokování napájecího napětí (u každého vývodu integrovaného obvodu, na který je připojeno napájecí napětí), zatímco kondenzátory C30-C35 slouží k blokování napájecího napětí linky. O oddělení stejnosměrné složky na střídavých vstupech obvodu se starají kondenzátory C1, C2, C11 a C12. Zbývající kondenzátory C5, C6, C15 a C16 jsou použity ve vnitřní dolní propusti a ke stabilizaci

zpětnovazební smyčky SLIC. Rezistory R8, R7, R17 a R18 jsou využity ve vnitřním transkonduktančním zesilovači. Snímací rezistory pro napětí na vodičích „a“ a „b“ jsou pro střídavé vstupy R3, R4, R13, R14 a pro stejnosměrné napětí rezistory R1, R2, R11 a R12. Další snímací rezistory jsou R5 a R15, tentokrát jsou použity pro snímání napájecího napětí linky. Rezistor R10 je použit k nastavení přesného referenčního proudu. Součástky T1, T2, R101, R102, R103 a D1 jsou využívány k připojování třetího napájecího napětí účastnického vedení, jak to bylo popsáno v předchozí kapitole, součástky pro druhou účastnickou linku mají čísla součástek o desítku větší.

4.2.1 Obvod přepět'ové ochrany TISP61089

Na kartě je použit systém s přepínáním dvou nebo tří napětí účastnické linky, není nikdy přesně známo, jaké nejvyšší napětí se může na účastnické lince vyskytnout, proto nemůže být použita přepět'ová ochrana s pevně nastaveným napětím, které nemá být překročeno jako je tomu například u transilu, ale musí být použita přepět'ová ochrana s nastavitelným ochranným napětím jako je tomu například u obvodu TISP61089. Jeho vnitřní struktura je uvedena na Obr. 4.3. Obvod TISP61089 je dvojité tyristorová nastavitelná přepět'ová ochrana. Obvod je navržen pro ochranu monolitických obvodů SLIC proti přepětí na účastnické lince vzniklé např. bleskem nebo vniknutím cizích napětí naindukovaných do účastnického vedení. Na vývod obvodu G je přivedena záporná referenční hodnota napětí, při které má dojít k omezení napětí na účastnické lince. Tato hodnota může být v širokém rozsahu od 0 do -85 V. Kladné přepětí je omezeno integrovanými antiparalelně zapojenými diodami, které jsou vidět na vnitřní struktuře obvodu. Záporné přepětí je omezeno na hodnotu nastavenou na vývodu G. Obvod TISP61089 je zapouzdřen v osmi vývodovém plastovém pouzdru pro SMD montáž (SO-8). Další technická data o obvodu TISP61089 lze získat z [11].



Obr. 4.3: Vnitřní struktura obvodu TISP61089

4.3 MECHANICKÁ KONSTRUKCE KARTY S ÚČASTNICKÝM ROZHRANÍM

Zásuvná karta pro dvojici analogových účastnických přípojek je zkonstruována na dvoustranné desce plošných spojů o rozměrech 82,5x35,5 mm. Matrice a osazovací plán pro stranu TOP a BOTTOM jsou uvedeny v Příloha 5. Matrice je inverzní pro negativní fotovýrobu plošného spoje a to z důvodu, dojde-li k podleptání krycího laku na desce, bude to v místě izolačních mezer mezi spoji, což se velmi lehce odstraní proškrábnutím. Naopak kdyby došlo k přerušení spoje mezi součástkami, oprava tohoto spoje by byla mnohem složitější. Konektor použitý na kartě je dvouřadý, 40-vývodový a s piny ohnutými pod úhlem 90°. V katalogu firmy GM Electronic má označení S2G40W, je umístěn na delší straně desky plošných spojů. Při návrhu desky je důležité dbát na její velikost, protože bude zasazena svisle do základní desky. Protože celý účastnický modul bude vestavěn do nízké přístrojové krabíčky, musí být zásuvná karta co nejnižší, potřebné místo pro součástky je vytvořeno protažením desky plošných spojů do délky.

Při vedení spojů na DPS je kladen důraz zejména na co nejširší spoje, protože čím širší spoj, tím má menší indukčnost a odpor. Dále je důležité, aby spoje byly co nejkratší, protože je přes ně realizován rychlý přenos dat. Každý vstup napájecího napětí do integrovaného obvodu je blokován blokovacím kondenzátorem o velikosti 100 nF. Tento blokovací kondenzátor slouží jako lokální zásobárna energie např. pro přepínání logických stavů obvodu, kdy obvod odebírá nejvíce energie. Tyto kondenzátory je nutno umístit co nejbližší integrovanému obvodu z důvodu zabránění vzniku rušivých napětí. Oba dva vodiče účastnické linky jsou blokovány kondenzátory proti zemi kondenzátory o velikosti 10 nF. Dále je nutno se vyvarovat zahnutí spojů o 90°, protože zde častěji dochází k nedokonalostem leptání a raději využíváme zahnutí spojů po 135°.

Tranzistory použité pro přepínání napětí linky jsou zapouzdřeny v pouzdru SOT-89, protože toto pouzdro dokáže vyvážit teplo vzniklé při přepínání napětí účastnické linky. Obvod Si 3220 je proveden v pouzdře TQPF64, které jak je vidět z katalogového listu v Příloha 3 má na spodní straně pouzdra pájecí plošku pro lepší odvod tepla z integrovaného obvodu. Proto na straně TOP plošného spoje pod integrovaným obvodem Si3220 je umístěna souvislá ploška mědi, která je připojena na zem a několika prokovy spojena s větší souvislou plochou mědi na straně BOTTOM. Uvedená technická opatření slouží k lepšímu odvodu tepla z integrovaného obvodu Si3220 a patří k aplikačnímu doporučení výrobce. Obdobně integrovaný budič linky Si3200 je

zapouzdřen v pouzdře ESOIC16 s pájecí ploškou ze spodu, což je vidět z katalogového listu uvedeného v Příloha 4. Pro tento obvod platí stejná technická opatření, která byla uvedena pro obvod Si3200. Použité diody jsou v plastových válcových pouzdrech MELF. Ostatní pasivní součástky jsou použity v pouzdrech SMD ve velikostech buď 1206 nebo v menších pouzdrech velikosti 0805.

ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo provést návrh a zrealizovat zásuvnou desku pro dvě účastnická vedení s použitím integrovaného obvodu Si3220. K tomu byla směřována i koncepce práce.

V úvodní části byla rozebrána problematika analogového účastnického telefonního rozhraní. Je podrobně analyzováno jeho základní schéma a základní elektrické vlastnosti. Dále byly uvedeny speciální mikroelektronické obvody, používané pro tento typ rozhraní, ať již staršího provedení pro vysvětlení funkčnosti nebo moderní obvody. Jsou uvedeny možné aplikace těchto obvodů a možnosti použití účastnického rozhraní. Hlavní pozornost další části byla věnována rozboru vlastností obvodu použitého v navrhovaném zapojení účastnického submodulu, tedy obvodu od firmy Silicon Laboratories - Dual ProSLIC Si3220 se zaměřením především na jeho rozhraní a základní funkční bloky.

V hlavní kapitole práce byl proveden návrh řešení účastnického submodulu s konkrétním návrhem zásuvné karty s integrovaným obvodem Si3220 pro dvě účastnická rozhraní. V rámci této části bylo sestaveno schéma zásuvné karty a následně byla navržena deska plošných spojů pro technologii montáže SMD s dalšími potřebnými technologickými podklady jako osazovací plán a matrice pro výrobu desky plošných spojů zásuvné karty, které jsou uvedeny v Příloha 5 této bakalářské práce. Deska plošných spojů obsahuje dvě možné varianty osazení, lišící se podporou dvou či tří možných úrovní napájecích napětí s využitím buď pro krátká či dlouhá účastnická vedení. Výsledný submodul bude využit jako blok modulárního účastnického modulu pro počty účastnických přípojek v počtu od 2 do 30.

POUŽITÁ LITERATURA

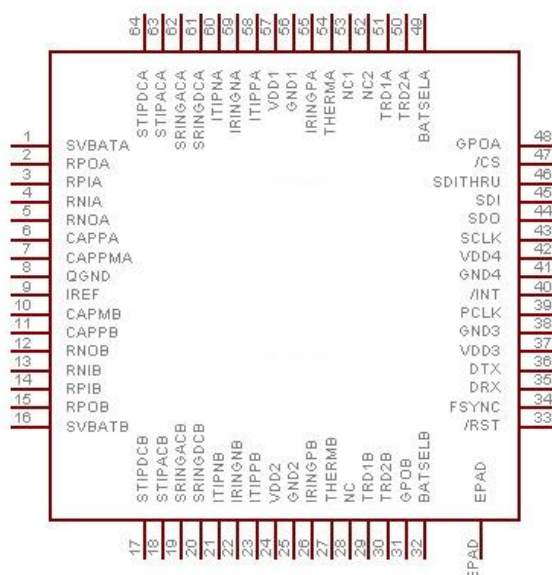
- [1] BAZALA, D. *Telekomunikace a VOIP telefonie*. 1. vydání. Praha: BEN-technická literatura, 2006, 224 stran. ISBN 80-7300-201-9.
- [2] Silicon Laboratories: Si3220 - Dual ProSLIC Programmable CMOS SLIC/Codec. Silicon Laboratories, 2006.
- [3] PRAGER, E., LOJÍK, V. *Mikroelektronika ve spojovací technice*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1988, 240 stran.
- [4] Preliminary Data Sheet SLIC-E/-E2 PEB 4265. Verze 1.2. Infineon Technologies AG, leden 2003.
- [5] Product Overview SICOFI- μ C PEB 2466. Verze 2.2. Infineon Technologies AG, březen 2005.
- [6] Preliminary Data Sheet SLIC-P PEB 4266. Verze 1.2. Infineon Technologies AG, červenec 2002.
- [7] Preliminary Data Sheet SLIC-S/-S2 PEB 4264. Verze 1.2. Infineon Technologies AG, červenec 2003.
- [8] Product Brief SLIC-DC PEF 4268T, PEF 4268F. Infineon Technologies AG, 2004.
- [9] Preliminary Product Overview VINETIC. Infineon Technologies AG, květen 2004.
- [10] Data Sheet SLIC MH88612B. Zarlink Semiconductor, květen 2002.
- [11] Data Sheet TISP61089. Power Innovations, únor 1998
- [12] Data Sheet CXT5401. Central Semiconductor Corp., prosinec 2001
- [13] Data Sheet CXT5551. Central Semiconductor Corp., prosinec 2001

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Popis vývodů obvodu Si3220 – zapouzdřeném v 64 vývodovém TQFP pouzdru	37
Příloha 2: Popis vývodů obvodu Si3200 – zapouzdřeném v 16 vývodovém ESOIC pouzdru	39
Příloha 3: Pouzdro TQPF64 obvodu Si3220	40
Příloha 4: Pouzdro ESOIC16 obvodu Si3200	41
Příloha 5: Matrice prvovýrobu plošného spoje a osazovací plány	42

PŘÍLOHA

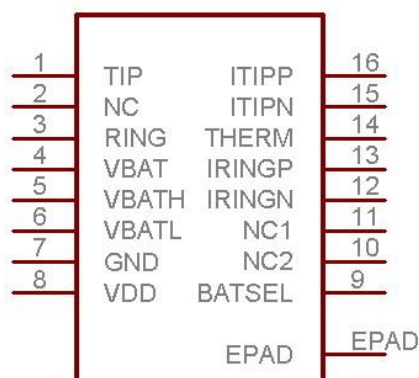
Příloha 1: Popis vývodů obvodu Si3220 – zapouzdřeném v 64 vývodovém TQFP pouzdru



Vývod	Označení	Vstup/ Výstup	Popis
1, 16	SVBATA/b	Vst	Senzor napětí linky.
2, 15	RPOa/b	Výs	Externí rezistor pro transkodatknční zesilovač
3, 14	RPIa/b	Vst	Externí rezistor pro transkodatknční zesilovač.
4, 13	RNIa/b	Vst	Externí rezistor pro transkodatknční zesilovač.
5, 12	RNOa/b	Výs	Externí rezistor pro transkodatknční zesilovač.
6, 11	CAPPa/b	-	Vnější kondenzátor používaný v DP na stabilizaci zpětné vazby SLIC
7, 10	CAPMa/b	-	Vnější kondenzátor používaný v DP na stabilizaci zpětné vazby SLIC.
8	QGND	-	Referenční vstup pro vnější kondenzátory.
9	IREF	Vst	Pomocí vnější rezistoru poskytuje referenční proud.
17, 64	STIPDCb/a	Vst	Proudový vstup ke snímání stejnosměrného napětí na vodiči A.
18, 63	STIPACb/a	Vst	Proudový vstup ke snímání střídavého napětí na vodiči A.
19, 62	SRINGACb/a	Vst	Proudový vstup ke snímání střídavého napětí na vodiči B.
20, 61	SRINGDCb/a	Vst	Proudový vstup ke snímání stejnosměrného napětí na vodiči B.
21, 60	ITIPNb/a	Výs	Proudový výstup kontrolní smyčky stejnosměrného proudu vodiče A, kontrolní smyčka je uzavřena přes napětí V_{BAT}

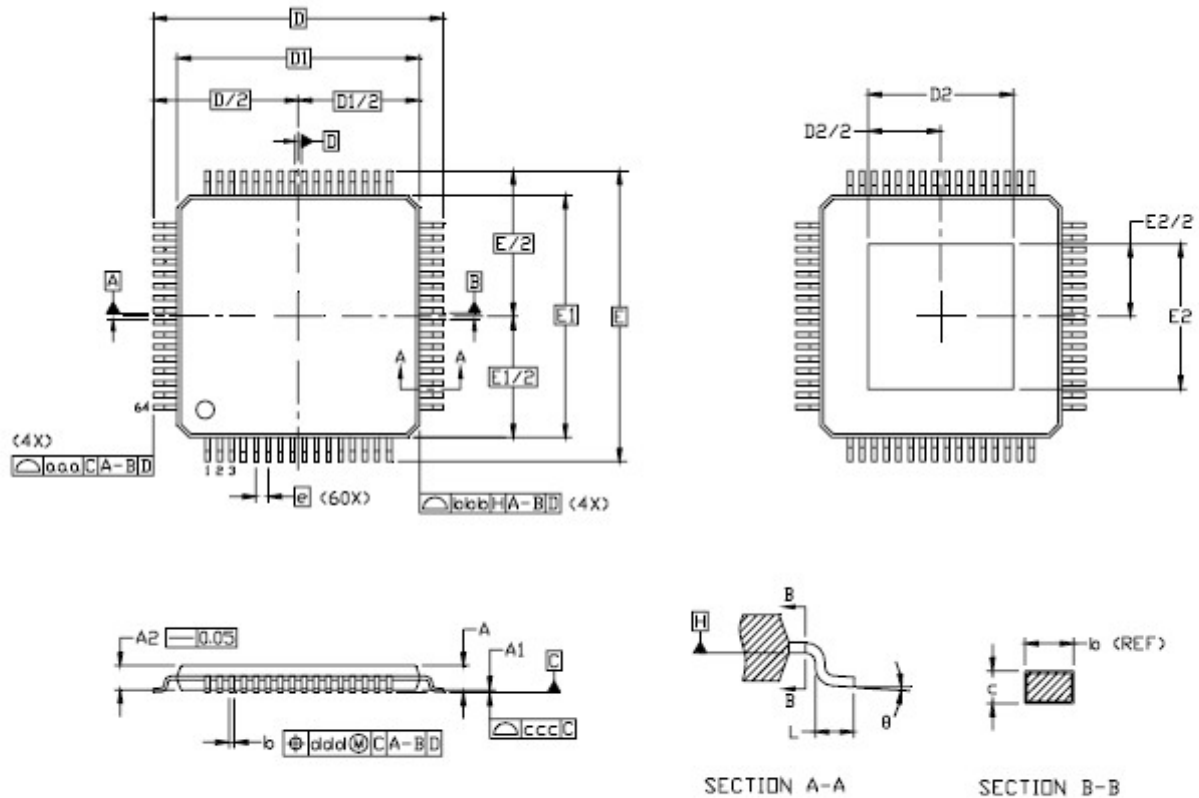
22, 59	IRINGNb/a	Výs	Proudový výstup kontrolní smyčky stejnosměrného proudu vodiče B, kontrolní smyčka je uzavřena přes napětí V_{BAT}
23, 58	ITIPPb/a	Výs	Řízení stejnosměrného proudu vodičem A, také slouží jako výstup střídavého proudu (hovor, vyzvánění) pro vodič A.
24, 37, 42, 57	VDD	-	Napájecí napětí obvodu buď 3,3 V nebo 5 V.
25, 38, 41, 56	GND	-	Společný bod – zem.
26, 55	IRINGPb/a	Výs	Řízení stejnosměrného proudu vodičem B, také slouží jako výstup střídavého proudu (hovor, vyzvánění) pro vodič B.
27, 54	THRMb/a	Vst	Senzor teploty uvnitř obvodu Si3200. Když je použita diskrétní varianta buzení linky, je připojen na VDD.
29, 51	TRD1b/a	Výs	Výstup pro přenos testování linky.
28, 52, 53	NC	-	Nepoužívané vývody.
30, 50	TRD2b/a	Výs	Výstup pro přenos testování linky.
31, 48	GPOb/a	Výs	Výstup pro přenos řízení nebo jako druhý prepínací výstup v případě použití tří napájecích napětí linky.
32, 49	BATSELb/a	Výs	Přepínání napětí linky mezi V_{BATH} a V_{BATL} .
35	DRX	Vst	Příjem dat z PCM nebo GCI sběrnice.
36	DTX	Výst	Odesílání dat přes PCM nebo GCI sběrnici.
39	PCLK	Vst	Vstup pro taktování PCM nebo GCI sběrnice
33	\overline{RESET}	Vst	Reset uvede všechny registry do definovaného stavu.
34	FSYNC	Vst	Rámcová synchronizace na PCM nebo GCI sběrnici pomocí 8 kHz signálu.
40	\overline{INT}	Výs	Výstup maskovatelného přerušení.
43	SCLK	Vst	Vstup pro časování dat na sériovém rozhraní.
44	SDO	Výs	Odesílání dat přes sériové řídicí rozhraní.
45	SDI	Vst	Příjem dat ze sériového řídicího rozhraní.
46	SDITHRU	Výst	Odesílání dat v režimu řetězového spojení obvodů SLIC.
47	\overline{CS}	Vst	Když je aktivován (nízkou úrovní), je sériové řídicí rozhraní v provozu.
EPAD	EPAD	-	Vývod ze spodu pouzdra pro lepší odvod tepla z obvodu, připojen na zem

**Příloha 2: Popis vývodů obvodu Si3200 – zapouzdřeném v 16
vývodovém ESOIC pouzdru**



Vývod	Označení	Vstup/ Výstup	Popis
1	TIP	Vst/Výs	Připojen na vodič A účastnické smyčky
2, 10, 11	NC	-	Nepoužívané vývody
3	RING	Vst/Výs	Připojen na vodič B účastnické smyčky
4	VBAT	-	Senzor aktuálního napětí a dění na lince, připojen na SVBATa/b obvodu Si3220, spolu s blokovacím kondenzátorem 100 nF/100V
5	VBATH	-	Napájecí napětí linky pro stav zavěšení (typ. -48V)
6	VBATL	-	Napájecí napětí linky pro stav vyvěšení nebo při krátké účastnické smyčce (typ. -24V)
7	GND	-	Společný bod – zem.
8	VDD	-	Napájecí napětí (3,3 V nebo 5V), blokováno kondenzátorem 100 nF/10V
9	BATSEL	Vst	Přepínání napětí linky je spojeno s vývodem BATSEL obvodu Si3220
12	IRINGN	Vst	Kontrola proudu vodičem B, vývod je připojen na IRINGNa/b obvodu Si3220
13	IRINGP	Vst	Řízení proudu vodičem B, vývod je připojen na IRINGPa/b Obvodu Si3220
14	THERM	Výs	Teplotní senzor spojen s THERMa/b obvodu Si3220
15	ITIPN	Vst	Kontrolu proudu vodičem A, je připojen na ITIPNa/b obvodu Si3220
16	ITIPP	Vst	Řízení proudu vodičem A, je připojen na IRINGPa/b Obvodu Si3220
EPAD	EPAD	-	Vývod ze spodu pouzdra pro lepší odvod tepla z obvodu, připojen na zem

Příloha 3: Pouzdro TQPF64 obvodu Si3220



Symbol	Millimeters		
	Min	Nom	Max
A	—	—	1.20
A1	0.05	—	0.15
A2	0.95	1.00	1.05
b	0.17	0.22	0.27
c	0.09	—	0.20
D, E	12.00 BSC		
D1, E1	10.00 BSC		
D2, E2	5.85	6.00	6.15

Symbol	Millimeters		
	Min	Nom	Max
e	0.50 BSC		
L	0.45	0.60	0.75
aaa	—	—	0.20
bbb	—	—	0.20
ccc	—	—	0.08
ddd	—	—	0.08
θ	0°	3.5°	7°

Příloha 4: Pouzdro ESOIC16 obvodu Si3200

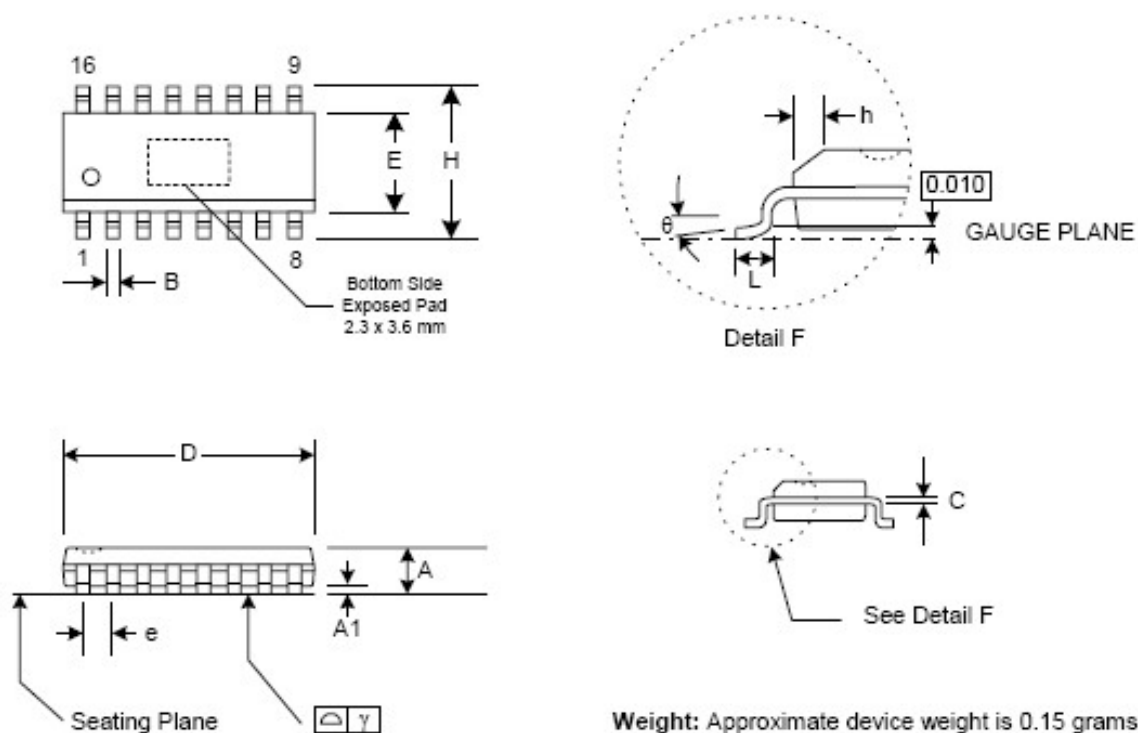
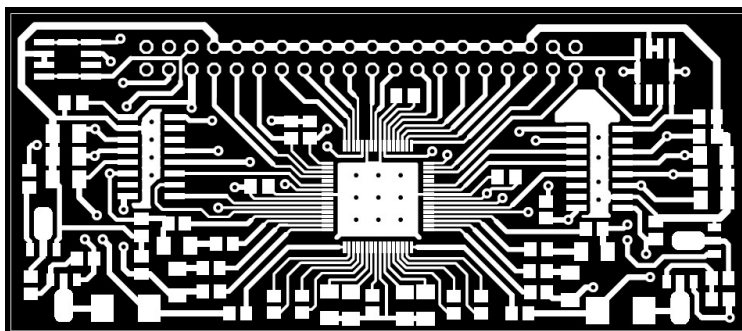


Table 54. Package Diagram Dimensions

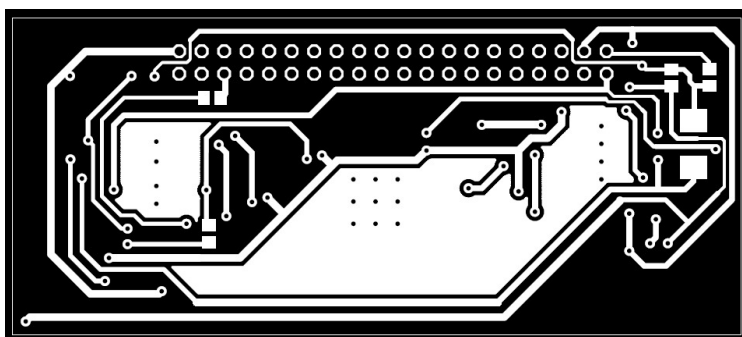
Symbol	Millimeters	
	Min	Max
A	1.35	1.75
A1	0	0.15
B	.33	.51
C	.19	.25
D	9.80	10.00
E	3.80	4.00
e	1.27 BSC	
H	5.80	6.20
h	.25	.50
L	.40	1.27
γ	—	0.10
θ	0°	8°

Příloha 5: Matrice prvovýrobu plošného spoje a osazovací plány

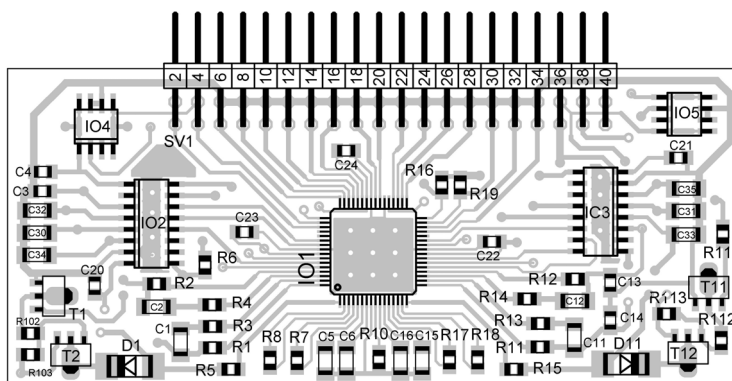
Matrice ze strany TOP



Matrice ze strany BOTTOM



Osazovací plán ze strany TOP



Osazovací plán ze strany BOTTOM

